

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-145345

(43)公開日 平成10年(1998)5月29日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

H04L 7/00

H04L 7/00

z

// H04N 7/10

H04N 7/10

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平8-303215

(22)出願日 平成8年(1996)11月14日

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72) 発明者 谷中 一寿

東京都新宿区西新宿3丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72)発明者 石橋 聡

東京都新宿区西新宿3丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72)発明者 小寺 博

東京都新宿区西新宿3丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(74)代理人 弁理士 吉田 精孝

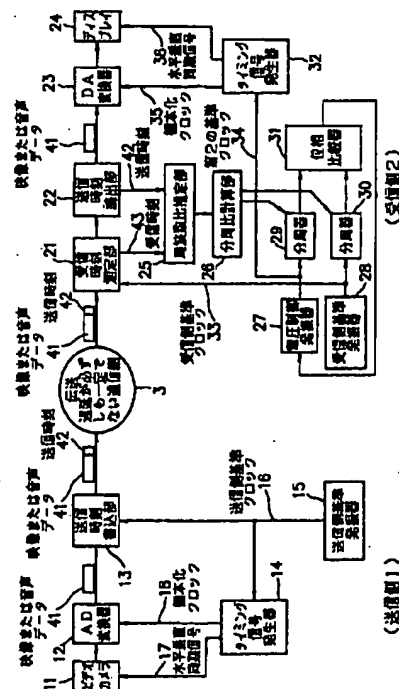
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 従属同期方法及びそのシステム

(57) 【要約】

【課題】 伝送遅延が変動する通信網において受信側と送信側のクロックを同期させることが可能な従属同期方法及びそのシステムを提供すること。

【解決手段】 送信側１では映像や音声等のデータ４１に、送信側基準クロック１６に基づく送信時刻４２を送信時刻書込部１３にて付加して通信網３へ送信し、受信側２では送信時刻読出部２２にて前記送信時刻４２を読出すとともに受信側基準クロック３３に基づく受信時刻４３を受信時刻測定部２１にて測定し、複数の送信時刻４２及び受信時刻４３から送信側基準クロック１６と受信側基準クロック３３との周波数比を求め、さらに分周比を求め、これによって分周器２９、３０、位相比較器３１とともにPLLを構成する電圧制御発振器２７の発振周波数を制御することにより、送信側基準クロック１６に同期した第２の基準クロック３４を発生する。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 通信網を介して接続された2つの通信装置のクロックを互いに同期させる従属同期方法において、

送信側では、送信すべき複数のデータに送信側基準クロックに基づく送信時刻をそれぞれ付加して通信網に送信し、

受信側では、受信した各データに付加された前記送信時刻をそれぞれ読出すとともに受信側基準クロックに基づく受信時刻をそれぞれ測定し、複数の送信時刻及び受信時刻から送信側基準クロックと受信側基準クロックとの周波数の比を求め、これに従って前記受信時刻の測定以外の部分で使用する第2の基準クロックの周波数を制御することを特徴とする従属同期方法。

【請求項2】 通信網を介して接続された2つの通信装置のクロックを互いに同期させる従属同期システムにおいて、

送信側に、送信側基準クロックを発生する送信側基準発振器と、該送信側基準クロックに基づいて各種のタイミング信号を発生するタイミング信号発生器と、前記送信側基準クロックで動作する時計によってデータを通信網に送信する時刻を測定し、これを該データに付加する送信時刻書込部とを設け、

受信側に、受信側基準クロックを発生する受信側基準発振器と、受信したデータに付加された前記送信時刻を読出す読出部と、前記受信側基準クロックで動作する時計によってデータを通信網から受信した受信時刻を測定する受信時刻測定部と、複数の送信時刻及び受信時刻から送信側基準発振器と受信側基準発振器との発振周波数の比を推定する周波数比推定部と、受信側基準クロックに対し前記発振周波数の比に従う周波数を有する第2の基準クロックを作成する第2の基準クロック作成手段と、該第2の基準クロックに基づいて各種のタイミング信号を発生するタイミング信号発生器とを設けたことを特徴とする従属同期システム。

【請求項3】 第2の基準クロック作成手段は、発振周波数の比を2つの整数の比の形に変換する分周比計算部と、第2の基準クロックを発生する電圧制御発振器と、該電圧制御発振器及び受信側基準発振器の出力信号をそれぞれ前記分周比に従って分周する2つの分周器と、該2つの分周器の出力信号の位相差を検出し、両者が一致するように電圧制御発振器の発振周波数を制御する位相比較器とからなることを特徴とする請求項2記載の従属同期システム。

【請求項4】 発振周波数の比 r は、送信時刻を x_i ($i = 1, 2, \dots, N$)、受信時刻を y_i ($i = 1, 2, \dots, N$)、 N をデータの総数とした時、

【数1】

$$r = \frac{N \sum_{i=1}^N x_i y_i - \sum_{i=1}^N x_i \sum_{i=1}^N y_i}{N \sum_{i=1}^N y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^N y_i \right)^2}$$

で表されることを特徴とする請求項2または3記載の従属同期システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、通信網を介して接続された2つの通信装置の基準クロックを互いに同期させる従属同期方法及びそのシステムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 映像（特に動画像）や音声の情報が、文字や数値の情報と最も異なる点は時間軸を有することである。

【0003】 映像や音声の情報をアナログ信号で伝送する場合、時間軸は連続であり、かつ伝送に際して伸縮するようなこともないので、時間軸が存在すること自体、特に意識する必要はない。尤も通信衛星を用いた国際電話等では、衛星と地球との間を電波が往復する時間がかかるため、利用者が気づく程度の伝送遅延が生ずるが、その伝送遅延は一定なので、影響は小さい。

【0004】 一方、映像や音声の情報をデジタル信号で伝送する場合は、映像や音声の信号波形をそのまま送るのではなく、標本化（サンプリング）し、量子化・符号化して「1」と「0」の2値信号に変えて送る。従って、時間軸及び振幅軸はいずれも離散的になる。このような離散化を行うのがAD変換器であり、元の連続的な波形に再生するのがDA変換器である。標本化周波数は、電話音声の場合は8kHz、CD（コンパクトディスク）の場合は44.1kHzである。

【0005】 CDのような蓄積媒体に記録されたデジタル信号の場合、CDを作るためにスタジオで録音した時の標本化周波数と、そのCDを家庭等で再生する時の標本化周波数とが多少ずれていても、音程が若干上下するだけで殆ど支障はない。

【0006】 これに対し、電話のように伝送されてきた信号をリアルタイムで再生するような場合、送信側と受信側との標本化周波数がわずかもずれていると、標本点が抜け落ちたり、同じ標本点が重複したりして音質が劣化してしまう。そこで、送信側と受信側の基準クロックを互いに同期させる必要がある（谷中、山内、小寺“マルチメディアシステムにおけるクロック同期法に関する一考察”電子情報通信学会技術研究報告ICD94-119、DSP94-75（1994）参照）。

【0007】 現在の電話網では、前述したようなことが起こらないように、通信網全体に亘って同期がとられて

いる。即ち、網内の一ヵ所に、非常に高精度かつ高安定度のマスタークロックを設け、網全体にそのクロックを供給することにより、同期をとっている。このような同期方式を従属同期方式という。

【0008】現在の電話網には、既に市外回線を中心にデジタル伝送が大幅に導入されているが、このことを一般の電話利用者がほとんど意識することがないのは、同期がとられているお蔭である。

【0009】一方、映像情報の場合、標準化周波数(クロック)に当たるのは画素クロックであるが、その周波数は、例えばITU-R BT. 601という規格では13.5MHzである。映像では、その他に水平同期信号(15.734kHz)、垂直同期信号(59.94kHz)、色副搬送波信号(3.579545MHz)等の信号があるが、それらは画素クロックと互いに整数比の関係にあるので、正確な画素クロックさえ得られれば、PLL(Phase Lock Loop)等の回路により生成することができる。従って、映像情報の同期に関しては画素クロックのみを考えれば良い。

【0010】さて、近年は、LAN、インターネット、パケット網、フレームリレー等、元来、コンピュータ間のデータ通信のために構築された網を、映像や音声の情報の伝送に用いることが多くなっている。これらの網では、網全体に共通するクロックはそもそも存在しない、もしくは存在していても網の利用者には提供されていない。さらに、これらの網は、輻輳状況によって伝送遅延がかなり変動する。このような網の場合、網全体に共通するようなクロックを用いないで、同期をとる必要がある。

【0011】ここで、網の伝送遅延が一定であるという条件が満たされるなら、動画像符号化の国際標準であるMPEG(ISO/IEC13818-1(MPEG-2 Systems)参照)で用いられている、PCR(Program Clock Reference)またはSCR(System Clock Reference)を用いたシステムにより、網全体に共通するようなクロックが得られなくても、受信側において送信側のクロックと同期したクロックを再現できる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前述した従来のシステムでは、LAN、インターネット、パケット網等の伝送遅延が変動する通信網の場合、クロック同期が難しいという問題があった。

【0013】本発明の目的は、伝送遅延が変動する通信網において受信側の基準クロックを送信側の基準クロックに同期させることが可能な従属同期方法及びそのシステムを提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明では、前記目的を達成するため、送信側に、高安定な基準クロックの発振器を設けて、該基準クロックを元に標準化クロック、水

平垂直同期信号等の各種の同期に関するタイミング信号を発生させるとともに、前記基準クロックで動作する時計によってデータを通信網に送信する時刻を測定し、これを各データにタイムスタンプとして付加する送信時刻書込部を設けて、複数のデータに送信側基準クロックに基づく送信時刻をそれぞれ付加して通信網に送信させる。

【0015】一方、受信側にも、高安定な基準クロックの発振器を設け、該基準クロックで動作する時計に基づいて各データを通信網から受信した時刻を測定する受信時刻測定部と、送信側においてデータに付加された送信時刻を読み出す送信時刻読出部とを設けて、受信した複数のデータに対応する送信時刻及び受信時刻の組を取得する。

【0016】さらに、受信側に、複数の送信時刻及び受信時刻から送信側基準発振器と受信側基準発振器との発振周波数の比を推定する周波数比推定部と、受信側基準クロックに対し前記発振周波数の比に従う周波数を有する第2の基準クロックを作成する第2の基準クロック作成手段とを設けて、送信側基準クロックに同期した第2の基準クロックを作成し、該第2の基準クロックを元に各種の同期に関するタイミング信号を発生させるようにした。

【0017】前記構成によれば、受信側には複数のデータに関する送信時刻及び受信時刻の組が得られ、これに基づく送信側基準クロックと受信側基準クロックとの周波数の比が得られるため、通信網の伝送遅延がランダムに変動しても、受信側において送信側基準クロックと同一周波数のクロックを発生させることができる。

【0018】また、この際、発振周波数の比を2つの整数の比の形に変換する分周比計算部と、第2の基準クロックを発生する電圧制御発振器と、該電圧制御発振器及び受信側基準発振器の出力信号をそれぞれ前記分周比に従って分周する2つの分周器と、該2つの分周器の出力信号の位相差を検出し、両者が一致するように電圧制御発振器の発振周波数を制御する位相比較器とからなる第2の基準クロック作成手段を用いれば、送信側基準クロックに極めて高精度に同期した第2の基準クロックを作成することができる。

【0019】

【発明の実施の形態】図1は本発明の実施の形態の一例を示すもので、図中、左半分は送信側1、右半分は受信側2であり、両者は伝送遅延が必ずしも一定でない通信網3で結ばれている。

【0020】送信側1は、テレビカメラ11、AD変換器12、送信時刻書込部13、タイミング信号発生器14及び送信側基準発振器15からなっている。ここで、送信側基準発振器15は水晶発振器、ルビジウム発振器、セシウム発振器等の高精度かつ高安定な発振器からなり、送信側基準クロック16を発生する。タイミング

信号発生器14は前記送信側基準クロック16に基づいて水平垂直同期信号17、標本化クロック18等の各種の同期に関するタイミング信号を発生し、これをテレビカメラ11、AD変換器12へ送出する。送信時刻書込部13は前記送信側基準クロック16で動作する時計によってデータを通信網に送信する送信時刻を測定し、これを各データにタイムスタンプとして付加する。

【0021】また、受信側2は、受信時刻測定部21、送信時刻読出部22、DA変換器23、ディスプレイ24、周波数比推定部25、分周比計算部26、電圧制御発振器27、受信側基準発振器28、分周器29、30、位相比較器31及びタイミング信号発生器32からなっている。

【0022】ここで、受信側基準発振器28は水晶発振器、ルビジウム発振器、セシウム発振器等の高精度かつ高安定な発振器からなり、受信側基準クロック33を発生する。受信時刻測定部21は前記受信側基準クロック33で動作する時計によってデータを通信網から受信した受信時刻を測定する。送信時刻読出部22は受信したデータに付加された送信時刻を読出す。周波数比推定部25は複数の送信時刻及び受信時刻の組から、送信側基準発振器15と受信側基準発振器28との発振周波数の比を計算により推定する。分周比計算部26は推定した発振周波数の比を2つの整数の比の形に変換する。

【0023】また、電圧制御発振器27、分周器29、30及び位相比較器31は周波数比推定部25とともに第2の基準クロック作成手段を構成し、前述した分周値がセットされた分周器29及び30で電圧制御発振器27及び受信側基準発振器28の出力をそれぞれ分周し、位相比較器31で位相差を検出し、両者が一致するように電圧制御発振器27の発振周波数を制御することにより、送信側基準クロック16に同期した第2の基準クロック34を発生する。タイミング信号発生器32は前記第2の基準クロック34に基づいて標本化クロック35、水平垂直同期信号36等の各種の同期に関するタイミング信号を発生し、これをDA変換器23、ディスプレイ24へ送出する。

【0024】なお、電圧制御発振器27、分周器29、30及び位相比較器31は受信側基準発振器28とともに周知のPLLを構成している。

【0025】まず、クロックの従属同期について述べる。

【0026】映像や音声等の時間軸を有する情報をディジタル信号で伝送する場合、送信側においてテレビカメラ11で撮影された映像信号は、AD変換器12で標本化され、量子化・符号化されてディジタル信号によるデータ41になる。一方、受信側においては、ディジタル信号によるデータ41がDA変換器23によってアナログ信号に戻され、ディスプレイ24に表示される。

【0027】ここで、AD変換は標本化クロック18の

パルスが発生する毎に行われ、DA変換は標本化クロック35のパルスが発生する毎に行われる。従って、送信側の標本化クロック18と受信側の標本化クロック35とが互いに同期していれば、送信データと受信データが同じ速度となり、どこかに余分なデータがたまったり、逆にデータが足りなくなるような現象は生じない。これが、送信側と受信側とで互いに同期がとれた状態である。

【0028】これに対し、送信側の標本化クロック18と受信側の標本化クロック35とが同期していない場合は、AD変換器12から出力されるデータ量と、DA変換器23が受け取るデータ量が異なるため、どこかに余分なデータがたまったり、逆にデータが足りなくなる現象を生ずる。

【0029】余分なデータをDA変換せずに捨てるとすれば、データが欠落することになり、画質が劣化する。また、データが足りない場合、即ち新しいデータが到着しない場合、やむを得ずその前のデータを再利用するとすれば、データの重複を生じ、やはり画質が劣化する。

【0030】なお、図1では映像情報の場合を示したが、音声情報の場合にはテレビカメラをマイクロフォンに、また、ディスプレイをスピーカに置き換え、かつ、水平垂直同期信号17、36を削除して考えれば良い。

【0031】次に、周波数比推定部25を中心に本システムの原理及びその動作について説明する。

【0032】図2に示すように、送信側1から伝送遅延のある網3を介して受信側2へ、データ41が次々に送られる場合を考える。

【0033】各データ41に出発順に1から順に番号を付与することとし、 i 番目($i=1, 2, \dots, N$)のデータ41が送信側を出発した時刻42を x_i 、受信側に到着した時刻を z_i とする。但し、 x_i 、 z_i はいずれも送信側基準クロック16で動作する時計で測った時刻とする。

【0034】一方、同じデータ41が受信側2に到着した時刻を、受信側基準クロック33で動作する時計で測った時刻43を y_i とする。もし送信側1と受信側2とで時計が完全に合っていれば $y_i = z_i$ であるが、必ずしもそうとは限らない。また、 x_i の値は各データ41に付加されて、受信側2に送られるものとする。以下、簡単な順に(1)～(3)の3つの場合について述べるが、本発明が最もその効果を発揮するのは(3)の場合である。

【0035】(1)網3の伝送遅延が一定値 d で、かつ送信側1及び受信側2の時計が一致していれば、次式が成立する。 $y_i - x_i = z_i - x_i = d$ (2)網3の伝送遅延は一定であるが、送信側1及び受信側2の時計が一致していない場合、 $z_i - x_i = d$ になるが、 $y_i - x_i = d$ にはならない。仮に、送信側1及び受信側2の基準クロックの周波数が時間的に一定なら、それらの周

波数の比を r とおけば、

$$z_i = r \cdot y_i + c \quad \dots\dots(1)$$

という一次の関係になる。

【0036】ここで、 r が1より大きい場合は、受信側2の時計の進み方が遅いということであるから、受信側基準発振器28の発振周波数が、送信側基準発振器15の発振周波数よりも低いということである。 r が1より小さければその反対である。なお、 c は時刻「0」にお

$$1 - 2e \leq r \leq 1 + 2e \quad \dots\dots(2)$$

いうように1に極めて近い数になる。

$$r \cdot y_i - x_i + c - d = 0 \quad \dots\dots(3)$$

となる。ここで、 $c-d$ を新たに e とおけば、未知数(定数)は r と e の2個なので、 (x_i, y_i) を1つの点と見た場合、2点あれば r が求まる。

【0039】(3) 網3の伝送遅延が一定でなく、かつ送信側1及び受信側2の時計が一致していない場合、 z

$$r \cdot y_i + c - x_i = d + w_i \quad \dots\dots(5)$$

であるから、 $c-d$ を e とおき、 w_i について解けば、

$$w_i = r \cdot y_i - x_i + e \quad \dots\dots(6)$$

である。従って、 w_i の2乗の和は、

ける時計のずれである。

【0037】ここで、送信側基準発振器15及び受信側基準発振器28に、両方とも高精度かつ高安定の発振器、例えば絶対精度が e ($\approx 10^{-5} \sim 10^{-7}$)の水晶発振器を用いるとすれば、

【0038】この場合、

$$i - x_i = d + w_i$$

.....(4)となる。ここで、 w_i は平均が「0」の確率変数で、遅延時間の変動を表す。

【0040】この時、

【数2】

$$\sum_{i=1}^N (r \cdot y_i - x_i + e)^2 \quad \dots\dots(7)$$

となる。

【数3】

【0041】(7) 式を r で偏微分して「0」とおけば、

$$\sum_{i=1}^N y_i (r \cdot y_i - x_i + e) = 0 \quad \dots\dots(8)$$

となる。

けば、

【0042】また、(7) 式を e で偏微分して「0」とお

【数4】

$$\sum_{i=1}^N (r \cdot y_i - x_i + e) = 0 \quad \dots\dots(9)$$

となる。

解くと、

【0043】(8) 式と(9) 式は、 r と e を未知数とする

【数5】

2変数の連立一次方程式なので、周波数の比 r について

$$r = \frac{N \sum_{i=1}^N x_i y_i - \sum_{i=1}^N x_i \sum_{i=1}^N y_i}{N \sum_{i=1}^N y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^N y_i \right)^2} \quad \dots\dots(10)$$

となる。

推定部25で行われる。この r の値は、分周比計算部26において有理数で近似される。例えば

【0044】(10)式の計算は、図1の構成では周波数比

$$r = 1.01$$

.....(11)

とすれば、それを有理数で近似すれば、

$$r = 101/100$$

となるので、分子の整数「101」、分母の整数「100」が、それぞれ分周器29及び30に設定され、前述したPLLにより電圧制御発振器27の発振周波数が制御される。

【0045】(11)式の例では、電圧制御発振器27の発振周波数は、受信側基準発振器28の発振周波数よりも1%だけ高くなるので、送信側基準発振器15の発振周波数と等しくなり、従属同期がとれる。但し、データ数Nが小さいうちはrの精度が低いので、前述したようにして求めたrの値が水晶等の精度以下になるまで、即ち(2)式を満たすようになるまで、初期値の「1」のままにしておくこととする。

【0046】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、送信側で映像や音声等のデータに、送信側基準クロックに基づく送信時刻を付加して通信網へ送信し、受信側では受信側基準クロックに基づく受信時刻を測定するとともに前記送信時刻を読み出し、該送信時刻及び受信時刻から送信側基準クロックと受信側基準クロックとの周波数比を求め、これによって送信側基準クロックに同期した第2の基準クロックを発生できるので、LAN、インターネット、パケット網等の伝送遅延が変動する通信網ま

……(12)

たは網全体に共通するようなクロックが提供されない通信網において受信側のクロックを送信側に同期させることができ、映像や音声等の時間軸を有する情報を実時間でかつ高品質にデジタル伝送することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

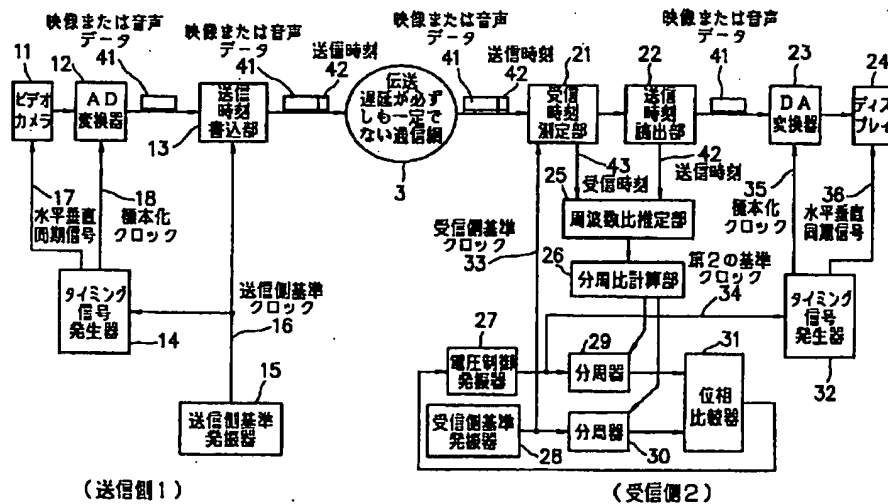
【図1】本発明の実施の形態の一例を示すブロック構成図

【図2】本発明における周波数推定の原理の説明図

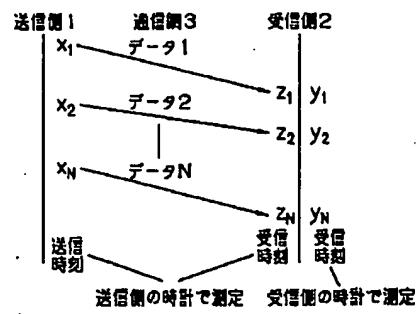
【符号の説明】

1…送信側、2…受信側、3…通信網、11…テレビカメラ、12…AD変換器、13…送信時刻書込部、14…タイミング信号発生器、15…送信側基準発振器、16…送信側基準クロック、17…水平垂直同期信号、18…標準化クロック、21…受信時刻測定部、22…送信時刻読出部、23…DA変換器、24…ディスプレイ、25…周波数比推定部、26…分周比計算部、27…電圧制御発振器、28…受信側基準発振器、29、30…分周器、31…位相比較器、32…タイミング信号発生器、33…受信側基準クロック、34…第2の基準クロック、35…標準化クロック、36…水平垂直同期信号、41…データ、42…送信時刻、43…受信時刻。

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 山内 寛紀
東京都新宿区西新宿3丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

BEST AVAILABLE COPY